

Kernenergie Paradigmenwechsel

Copenhagen Atomics Waste burner

Zur Person

Wilfried Hahn

* 1950

Wirtschaftsingenieurwesen Karlsruhe

Familie mit 4 Enkeln

Unternehmer Wiha Werkzeuge 1977 – 2020

Aufsichtsrat Copenhagen Atomics seit 2021

Buchautor 2023

Zugang zum Thema:

–Corona: Gedanken über die Zukunft der Gesellschaft gemacht.

– Über endlose Online-Recherchen auf Kernenergie aufmerksam geworden

–2020 Kontakt mit Copenhagen Atomics aufgenommen.



Copenhagen Atomics

Gegründet 2015

2 Chemiker

1 Atomphysiker

1 Ingenieur und Elektroniker

Thorium Flüssigsalzreaktor

Konzept aus den Jahren 1965..69

Alvin Weinberg

Reaktor lief 2 Jahre kritisch

Patente waren ausgelaufen und einsehbar

2023 75 Mitarbeiter

10.000 m² Firmengelände



Vortrag Heute



Ausgangslage

Ziel von Copenhagen Atomics

Technik

Entwicklungsstand

Ausgangslage

Kosten des Systems der EE zu hoch
EE , Batterien, Back-up Kraftwerke, Leitungen Nord-Süd
6.000 Mrd. € bis 2045 McKinsey

Ressourcenverbrauch zu hoch und Ressourcen nicht vorhanden für eine
Generation von EE weltweit
China liefert Solar und Windanlagen und baut AKW

Deutschland Klimaneutral bei 2% Anteil an CO2 Emission
China , Indienmachen nicht mit
Nur globale Lösungen machen Sinn

Kernenergie wird weltweit entwickelt und gebaut

Ziel von Copenhagen Atomics

Entwicklung eines Thorium Flüssigsalzreaktors als Brüter

Serienfertigung mit 1 Reaktor pro Tag pro Fabrik

CA finanziert, installiert, besitzt, betreibt und de-kommissioniert den Reaktor
Kein Bedienungspersonal notwendig , 100% automatisiert

Kosten von 2 Cents pro kWh für die Stromproduktion
Variable Energieproduktion von 0 bis 100%

Dezentrale Produktion von Strom , Wasserstoff, Ammoniak

Projektierte Kosten Wasserstoff 2,50 € pro kg Wasserstoff

Probleme der Kernenergie heute

Zu teuer ?

Zu lange Bauzeit ?

Unfälle ?

Nicht regelbar ?

Atommüll ?

Copenhagen Atomics löst die Probleme

Wir lösen das Problem

1 GW Kraftwerk mit 25 Wasteburner



Was ist Thorium

Kommt 3–4-mal häufiger vor als Uran und 500-mal häufiger als Uran 235

Ist schwach radioaktiv und nicht spaltbar.

Wenn es von einem Neutron getroffen wird wandelt es sich innerhalb 30 Tagen zu Uran 233 um

Uran 233 ist in einem Flüssigsalzreaktor zu 100% spaltbar, erzeugt Energie aber keinen langlebigen Atommüll in Form von Plutonium und Transurane

Es braucht keine Anreicherung und benötigt 500-mal weniger Rohstoffe im Bergbau als Uran235

Technik

Thorium Flüssigsalzreaktor mit 100 MW thermischer Leistung

560 Grad heißes Salz (FLiNaK) mit Thorium und einer Neutronenquelle
entweder 5 % angereichertes Uran
oder der langlebige Atommüll (Transurane mit Plutonium)

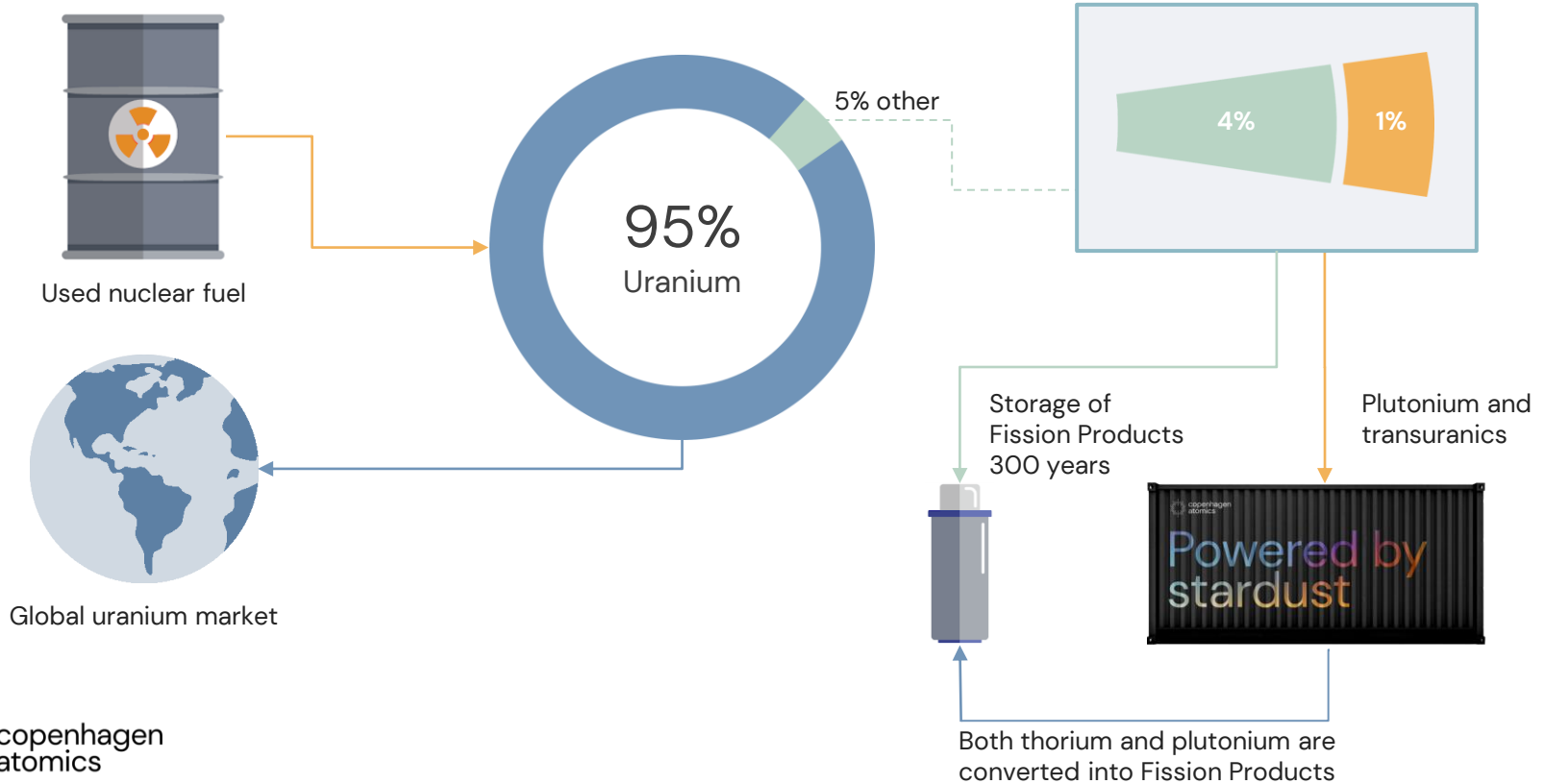
Moderator ist Schwerwasser um Neutronen langsam zu machen

Entfernt die Spaltprodukte im Betrieb um den Reaktor effektiv zu halten

Ist für eine Serienproduktion optimiert um 1 Reaktor pro Tag bauen zu können

Starter-fuel

Used nuclear fuel



Technik Probleme laut Internet

Korrosion durch das Salz

Komponenten nicht entwickelt Neutronenfluss

Entwicklung geht noch sehr lange 60 Jahr Öko Institut

Aktuelle Herausforderungen






Lizensierung durch die Behörden

Ist der Atommüll verfügbar?

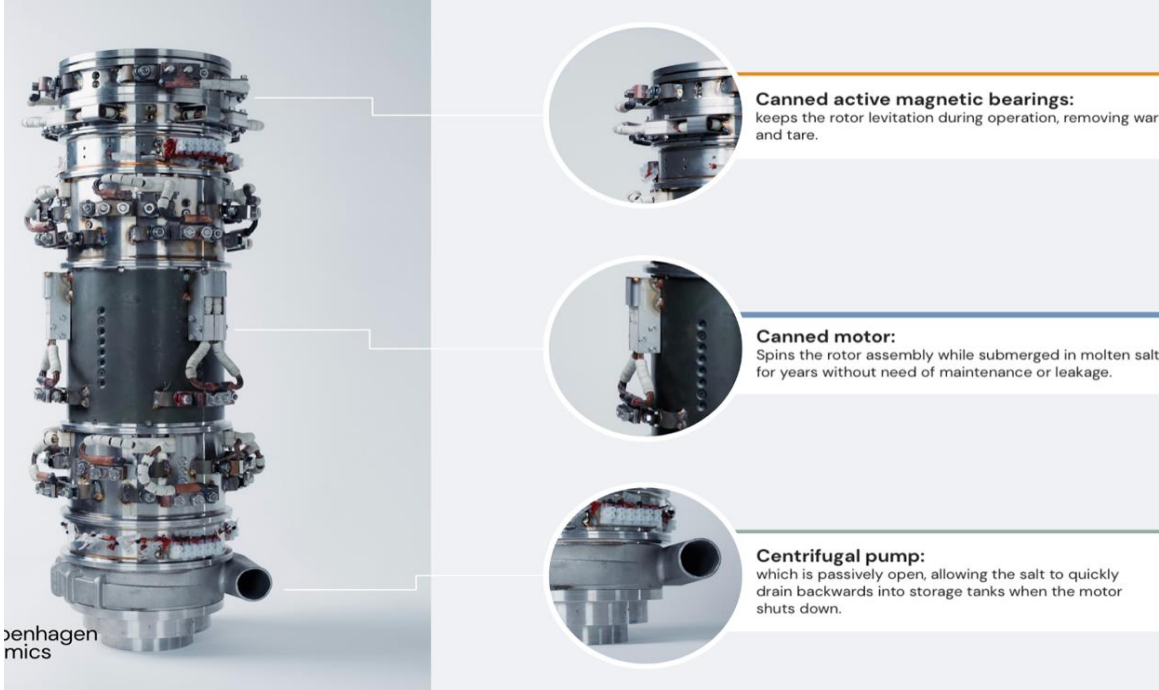


Corrosion in molten salt

2000 hours in purified and unpurified FLiNaK salt at 600C

	Raw unpurified salt	Purified salt	
Before			
After			Very low corrosion rate 

Komponenten entwickelt 50.000 kumulierte Tage Test Beispiel Pumpe



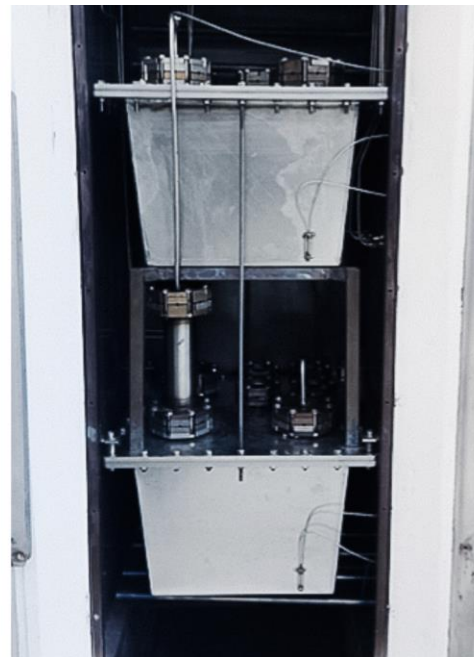
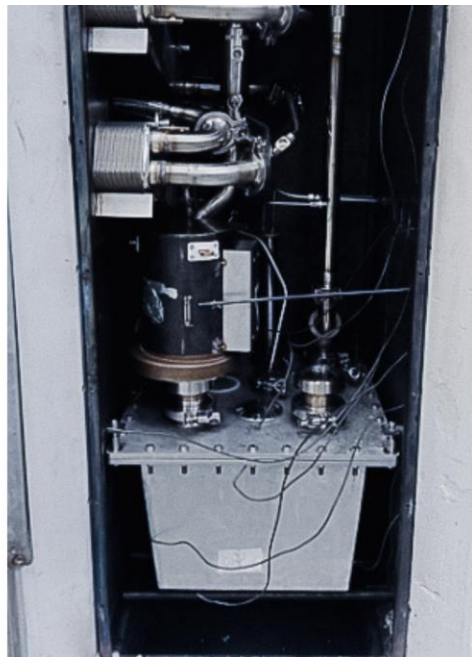
Aktives Magnetlager
Hält den Rotor während des Betriebes in Schwebelage wodurch keine Abnutzung entsteht

canned motor
Dreht die Rotoreinheit jahrelang in geschmolzenem Salz, ohne dass Wartungsarbeiten nötig sind

Die Zentrifugalpumpe ist passiv offen, so dass das Salz schnell in die Vorratstank zurückfließen kann, wenn der Motor angeschaltet ist

Salz Kreisläufe

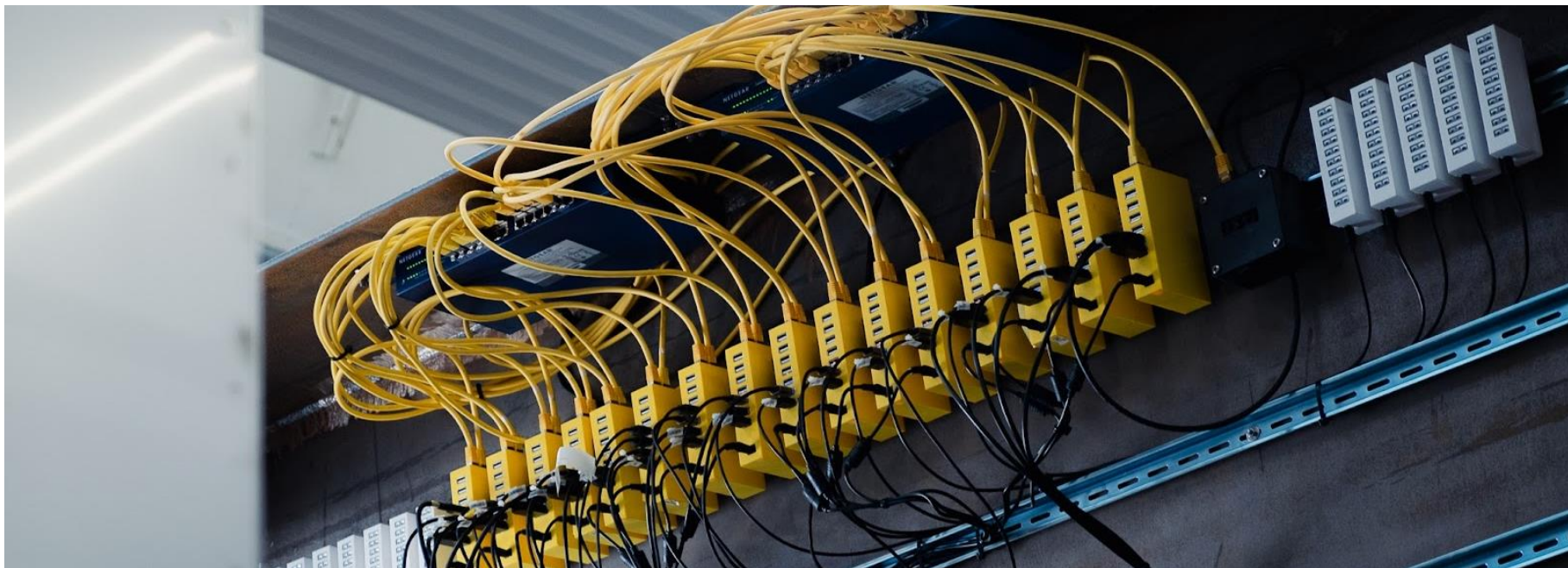
Diese Anlagen werden auch an Forschungsinstitute geliefert





Elektronik

Reguliert die Pumpen , den Wasserstand des Moderators und damit die Leistung des Rektors der von 0 auf 100% regelbar ist.



The Onion Core[®]

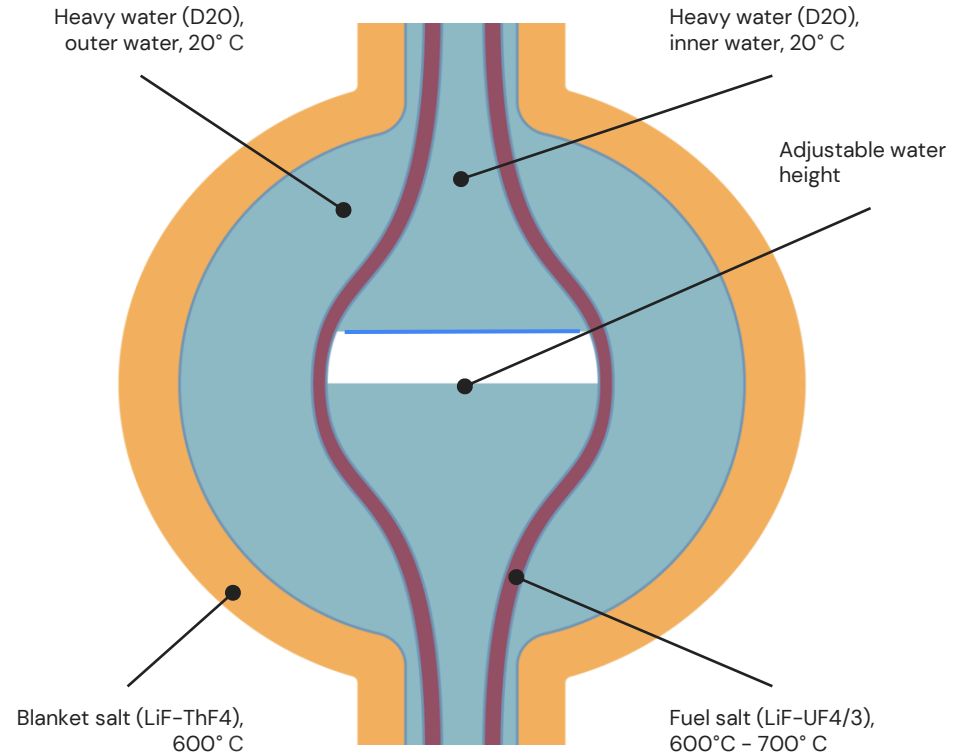
Cross-section view

Der Reaktorkern ist patentiert und trägt den Markennamen Onion Core[®].

Er enthält ca. 1200 Liter schweres Wasser, 200 Liter Brennstoffsalt und 2000 Liter Thorium Mantelsalz.

Er kann eine sehr gute Neutronenökonomie und ein Brüten im thermischen Spektrum erreichen, was das Potenzial hat, alle anderen Reaktorkonzepte der Vergangenheit zu übertreffen.

Dies setzt voraus, dass fast alle Spaltprodukte online entfernt werden und der Kern aus Kohlenverbundwerkstoffen besteht.



The Molten Salt Reactor design

Einfach, effizient, sicher

Das Reaktor Design hat 3 Barrieren zwischen dem radioaktiven Salz und der Natur

Das System ist nicht unter Druck.

Wenn die Pumpe stoppt fließt das Salz per Schwerkraft in den Auffangbehälter und die Kettenreaktion stoppt sofort.

Schwerwasser wird als Moderator verwendet und das führt zur überragenden Leistung im Vergleich zu bisherigen Konzeptionen

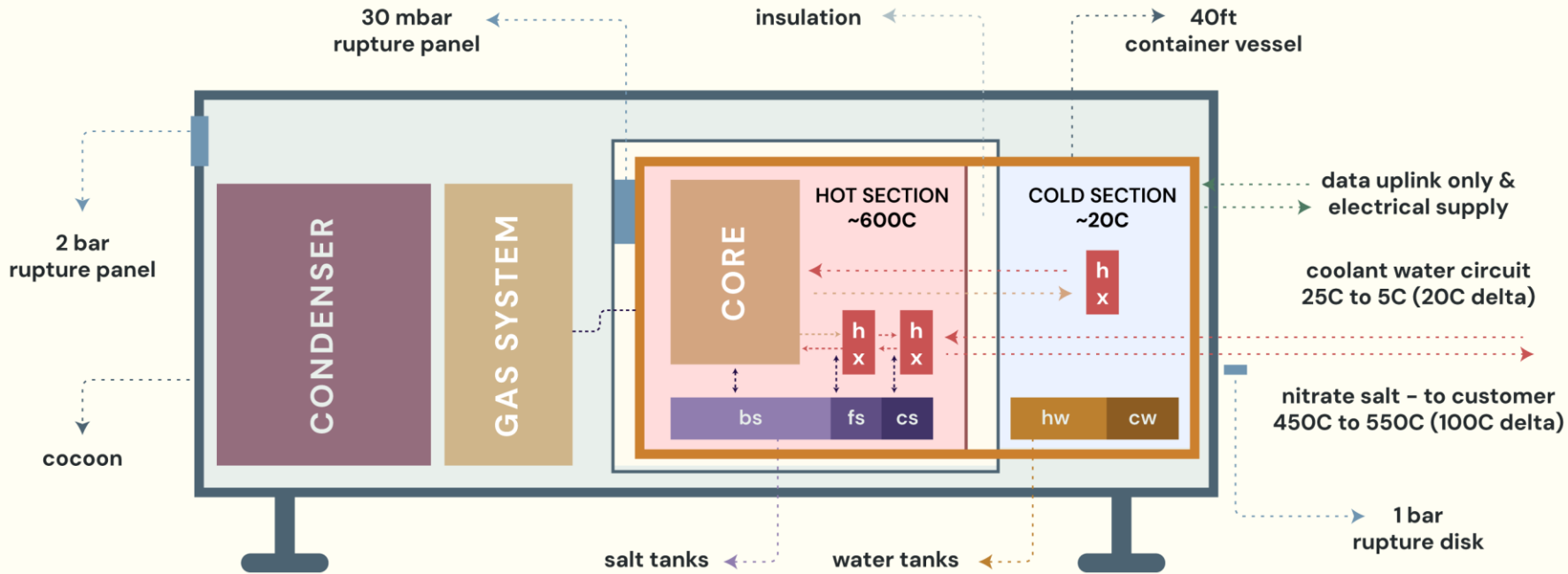
Die Energie wird über Wärmetauscher übertragen und liefert Wärme in Form von geschmolzenem Salz mit einer Temperatur von 560 Grad Celsius an den Kunden .



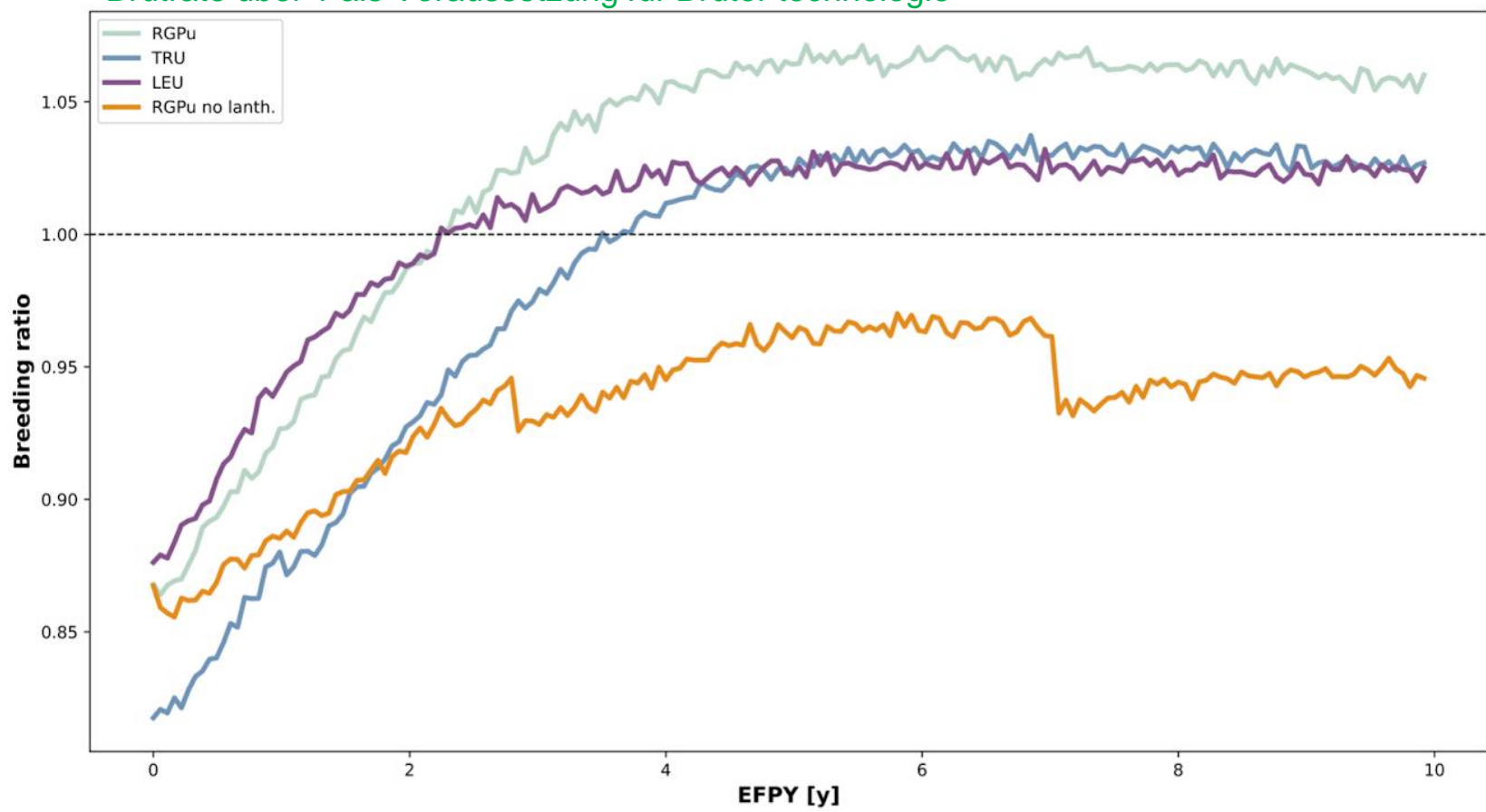


Energy
=
prosperity

model .2



bs - blanket salt
 fs - fule salt
 cs - coolant salt
 hw - heavy water
 cw - coolant water
 hx - heat exchanger



Technik Probleme Lösungen

Korrosion –

Feuchtigkeit entfernt

Massenproduktion des Salzes

In 5 Jahren max. 0,1 mm Korrosion

Komponenten nicht entwickelt , hoher Neutronenfluss

50.000 Tage Testerfahrung

Anlagen zugeschweißt

Automatisierter Betrieb

Atommüll verfügbar?

Alternative 5% angereichertes Uran

Technik Probleme Lösungen

Entwicklung geht sehr lange
Im Zeitplan für 2028
Projekt Indonesien zur Produktion von Ammoniak

Lizensierung
Reaktor Experiment 2025
10 Länder in Auswahl
Auswahl nach Kompetenz , Kosten , Schnelligkeit
Regulierungsbehörden qualifizieren
Indonesien ? Entwicklungsländer ?
Fokus Wasserstoff und Ammoniak

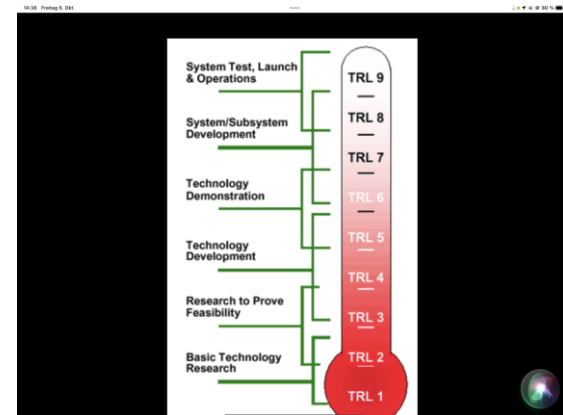
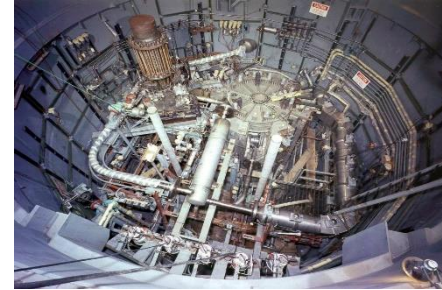
Entwicklungsstand

- 2022 Prototyp mit 7 Pumpen , 4 Wärmetauscher
7m³ Wasser
- 2023 3m³Wasser und 4m³ FLiNaK
- 2023 3m³ Wasser , 3m³ FLiTh und 1m³ FLiNaK
- 2025 Kritisches Reaktor Experiment
3m³ Schwerwasser, 3m³ FLiTh
0,4m³ FLiThTRU 0,5m³ FLiNaK
- 2028 erster kommerzieller Reaktor mit
8 Wärmetauscher

Technologiereifegrad

TRL (Technology Readiness Level)

- 1969 Oak Ridge MSR mit 8 MW Leistung und 6.000 Betriebsstunden
- China Testreaktor 2022 mit 2MW
- Einschätzung CA TRL Level 6
Komponenten entwickelt
Simulation + Testläufe
50.000 Tage Tests
- Nach Reaktorexperiment 2025 Level 8



Fazit

Kernenergie ist

- Nachhaltig
- Ökologisch
- Sozial
- Bewahrt den Frieden
- Sorgt für regionale Unabhängigkeit

Kontakt : www.enlitefuture.com

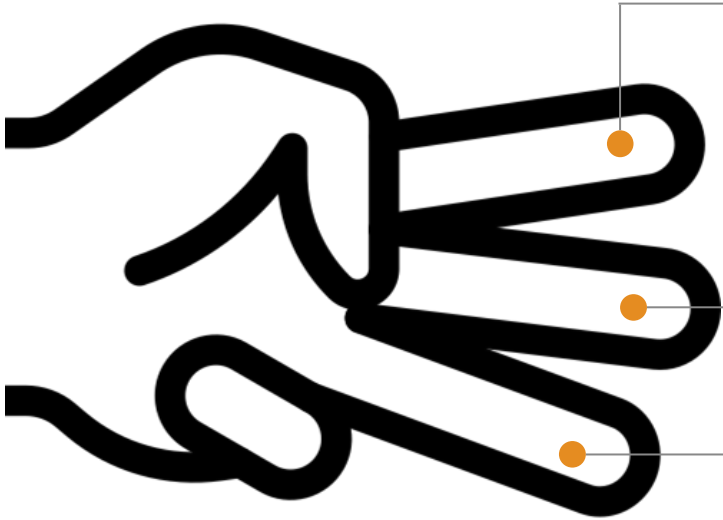


www.enlitemfuture.com



Nuclear technology paradigm shift

This is a new category of commercial nuclear energy!



Lowest cost of energy.

We can match anyone else on price!

No taxpayer investments. Copenhagen Atomics, finance, build, own and operate the nuclear power plant and we decommission it after end of life.

Copenhagen Atomics reactors are able to **burn nuclear waste** and reduce storage from 100,000 down to 300 years.

Ten times more energy can be extracted from spent nuclear fuel in CA reactors than in classic reactors first use.

Thank you

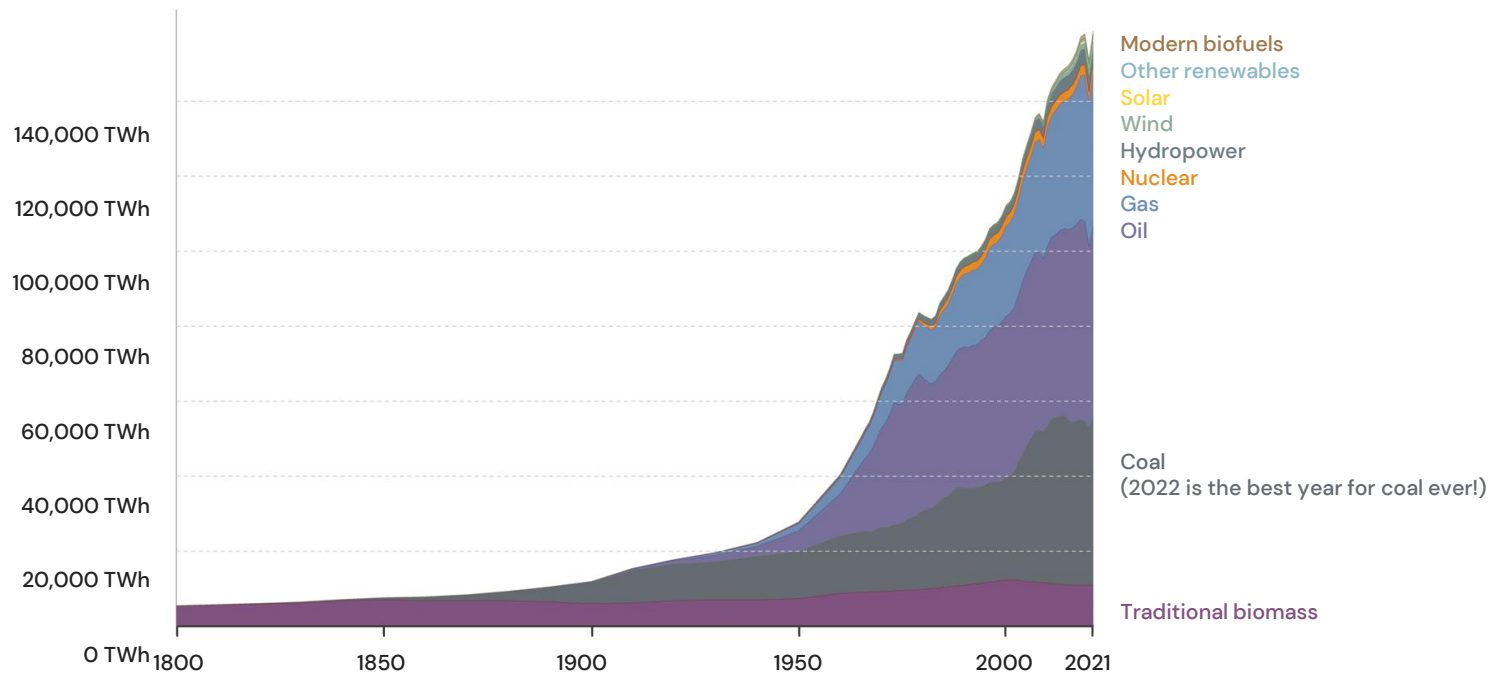
Thomas Jam Pedersen

info@copenhagenatomics.com



Globale Primärenergie

1800–2021



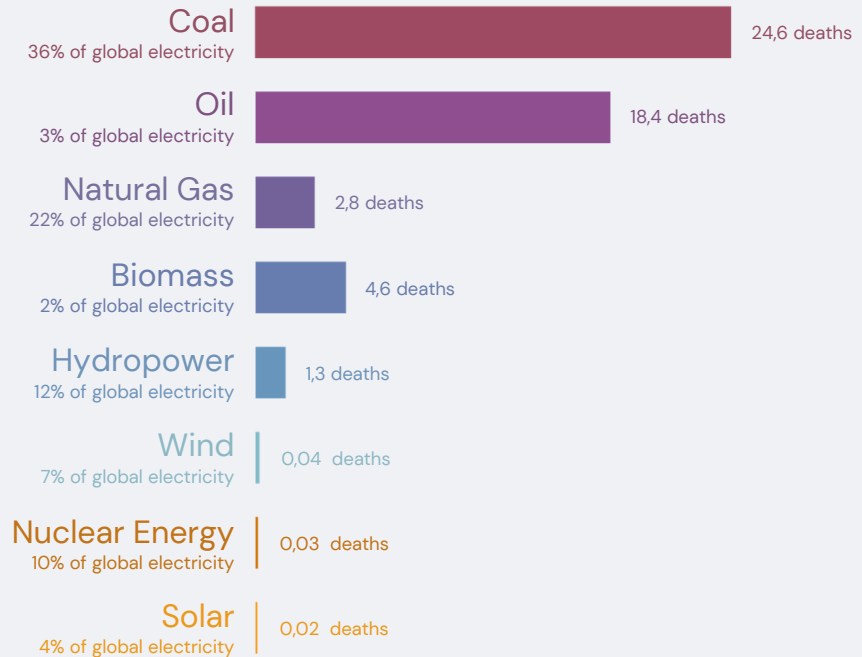
Source: Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

Welches sind die sichersten Energiequellen?

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.

1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150.000 people in the EU.

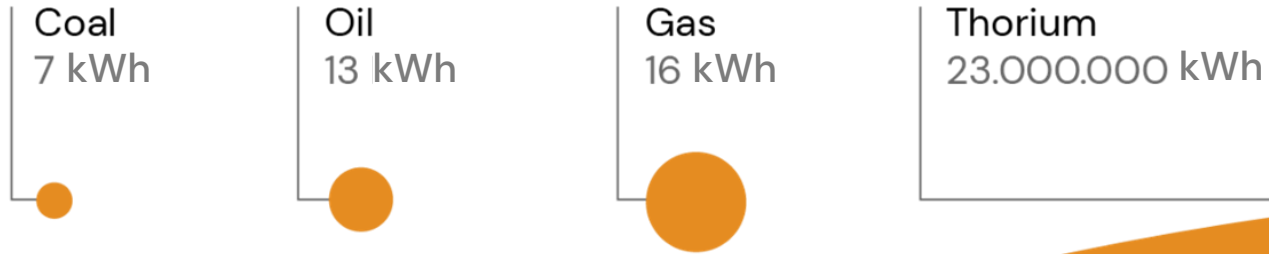
Death rate from accidents and air pollution



● 1230 times higher than solar.

● Incl. Deaths from Chernobyl & Fukushima.

Kilowatt hour (kWh) energy Generated from 1 Kg fuel



When we convert thermal energy to electricity and sent into the electricity grid, then 50-80% of the energy is lost before it reaches your electricity sockets. This is true for all four fuel types.

filter air outlet

filter air inlet

REACTOR TEST BUILDING

conductive heat loss < 50kW(th)

air or water cooling
200-1000kW(th)

air or water cooling
< 1000kW(th)

125A
85kW(e)

AIR CONDITIONER

NITRATE
SALT LOOP

SALT
STORAGE
TANKS

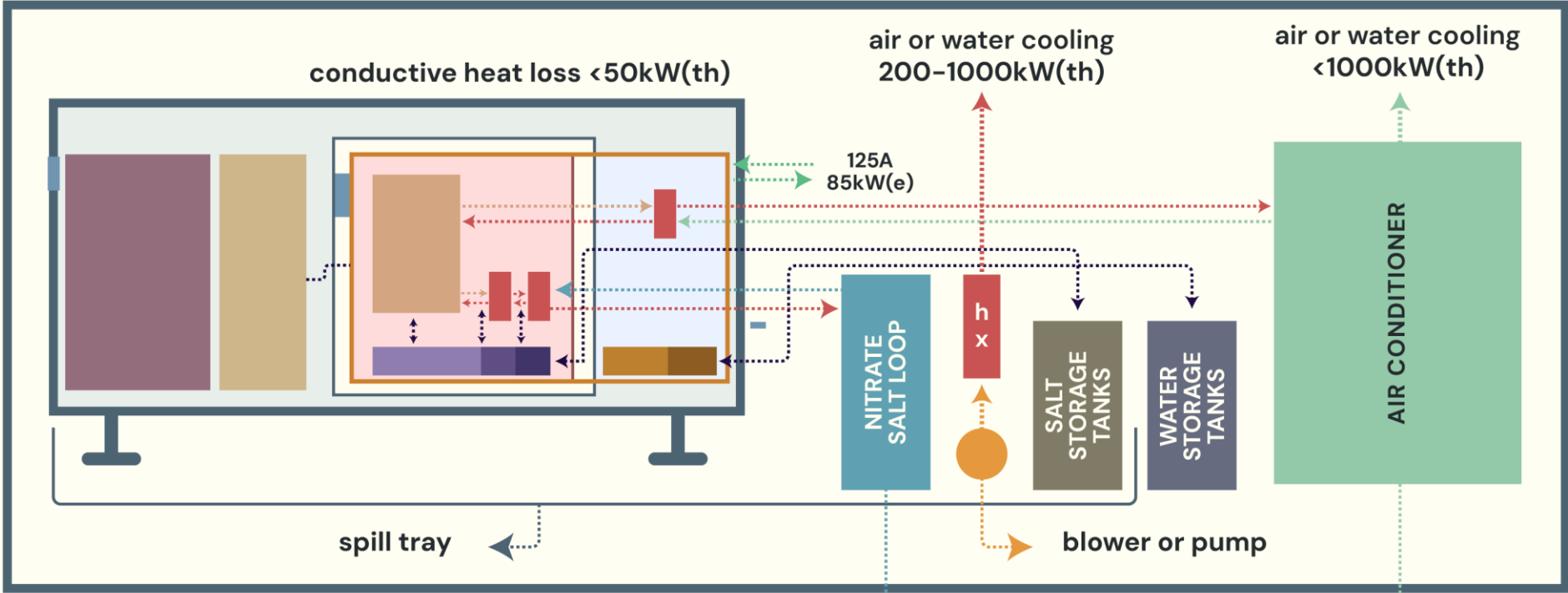
WATER
STORAGE
TANKS

spill tray

blower or pump

32A 22kW(e)

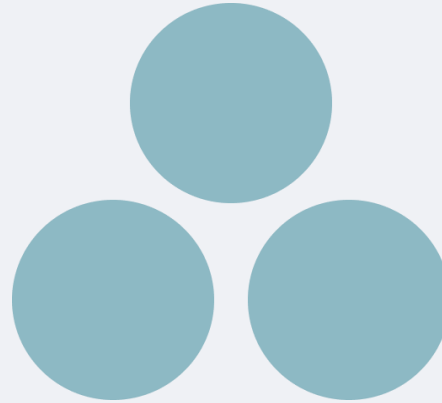
64A 44kW(e)



Fast unbegrenzte Vorräte

Klassische Kernenergie nutzt U235 das für etwa 200 Jahre reicht ..

Mit Thorium kann jedoch ein Brutreaktor gebaut werden, und uns werden die Materialien für den Bau von Wind- und Solarkraftwerken ausgehen, bevor uns das Thorium und die für den Bau von Copenhagen Atomics-Kraftwerken benötigten Materialien ausgehen..



Natural Thorium
100% thorium-232



Natural Uranium
99.3% uranium-238
0.7% uranium-235

Liquid Fuel Thorium Molten Salt Reactor LFTR



1.45 tonne of natural ThO_2 mined from approx. 280 tonne of monazite mineral sands (@0.5% grade Th)



1.34 tonne of ^{232}Th in Thorium fluoride salt



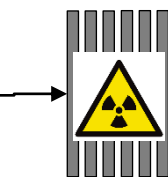
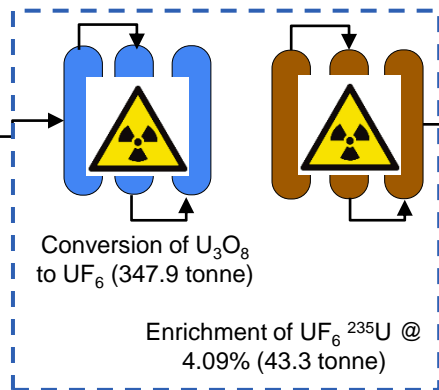
10 000 GWh of electrical power is generated (365 days)

Uranium Light Water Reactor LWR

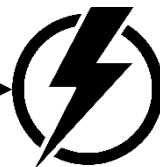
<https://www.wise-uranium.org/nfcm.html>



278.8 tonne of natural U_3O_8 mined from approx. 123 Mt of ore (@0.5% grade)



Nuclear fuel UO_2 assembly fabrication (32.9 tonne) with 4.9% ^{235}U

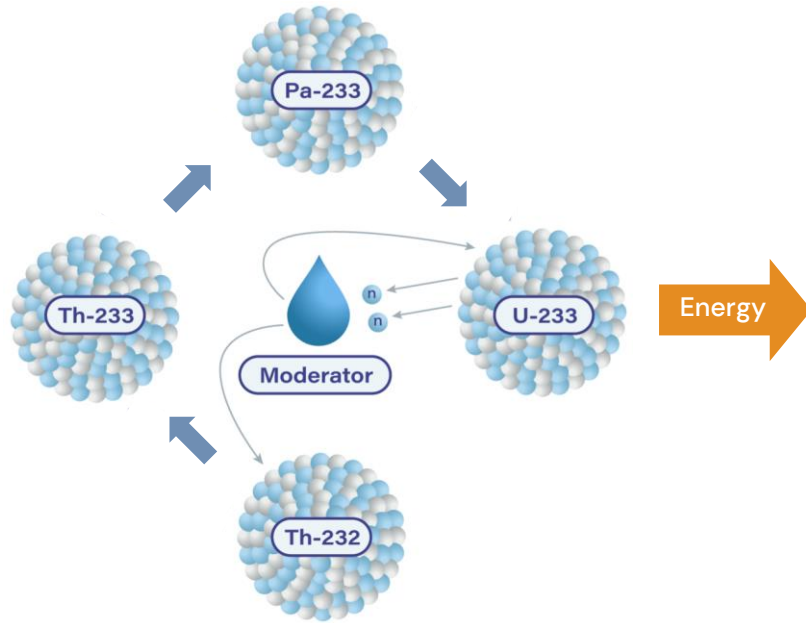


10 000 GWh of electrical power is generated (365 days)



Thorium

Fuel cycle



0.04 gram of thorium gives you 1 MWh of energy

6 o'clock: Natural thorium will convert to Th-233, when hit by a slow neutron, which then quickly convert, through radioactive decay to Pa-233 at 12 o'clock.

Pa-233 converts to U-233 through radioactive decay with a 30 days half life.

U-233 is not found in nature, but it is the best nuclear fuel you can get.

When you hit U-233 with a slow neutron it fissions with a high probability and give off 2.35 neutrons on average, which make a chain reaction possible.

Copenhagen Atomics will use heavy water as the moderator.